Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 1, Spring 2023, p. 29-46

Effect of Glucose, Fructose, and Sucrose on Vase Life, Antioxidants Enzymes, and Some Physiologic Parameters of Carnation cv. 'Yellow Candy' Cut Flower

A. Sharafshah Rostami[1], B. Kaviani[2*]

Received: 18-02-2021 Revised: 26-05-2021 Accepted: 09-06-2021 Available Online: 09-06-2021	**How to cite this article:** Sharafshah Rostami, A., & Kaviani, B. (2023). Effect of glucose, fructose, and sucrose on vase life, antioxidants enzymes, and some physiologic parameters of carnation cv. 'Yellow Candy' cut flower. *Journal of Horticultural Science 37*(1): 29-46. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/jhs.2021.68976.1023

Introduction

Carnation (*Dianthus caryphyllus* L.), from Caryophyllaceae family, is one of the most important cut flowers in the world that its short vase life reduces the economic value. Postharvest longevity of cut flowers can be prolonged using carbohydrates (sugars) in a vase jar. Cut flowers undergo some physiological and biochemical changes that often lead to an early senescence. To delay the aging process in cut flowers, it is necessary to evaluate many aspects of preparation for storage conditions, especially preservative solutions that affect the quality and longevity of these flowers. Many flowers are harvested before they are fully developed, to ensure a long postharvest life and to minimize mechanical damages that might occur during handling. The growth and development of flower buds on cut flowers require food (especially carbohydrates), which is stored in the leaves and stems. These stored carbohydrates can be mobilized for the flower bud to use but maybe they are insufficient when the buds are harvested at a tight-bud stage. To maintain metabolic activities, including respiration, even for cut flowers that have reached full development, it is necessary to provide adequate reserves to achieve acceptable postharvest life. When stored materials are low, leaves and flowers age faster and the petals fade. Under these conditions, supplements can be provided to the flowers by adding sugars such as glucose, fructose and sucrose to the vase solutions. However, it is important to note that a sugar solution is also suitable for the growth of microorganisms, so that an antimicrobial agent should be added to the vase solution as well. Many researches were carried out on prolonging the vase life of cut carnation flowers with different preservative solutions together with an antimicrobial agent. Studies on postharvest longevity of cut carnation flowers using sugars as preservative solutions is low. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the effect of sugars (glucose, fructose and sucrose) and application time on vase life and some physiological parameters of carnation cv. 'Yellow Candy' cut flowers.

Materials and Methods

A factorial experiment based on completely randomized design in three replicates was performed in order to investigate the effect of different levels (0, 50 and 100 g/L) of three types of sugars (glucose, fructose, and sucrose) and two sugar application times (the first and second 24 h, on 2019) on vase life of carnation cv. 'Yellow Candy' cut flowers. Some other traits such as water uptake, dry mater, relative fresh weight, protein and carotenoid of petal, leaf chlorophyll, POD and SOD enzymes activity and MDA were also measured. The statistical analysis of data was performed using Statistical Package for Social Sciences (SPSS) v 16.0. Least significant difference (LSD) test at $P < 0.05$ was used to find out the significance of differences among the mean values.

1 and 2- M.Sc. and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: kaviani@iaurasht.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.68976.1023

Results and Discussion

Results showed that the effect of different levels of sugars on all evaluated traits was significant. Each three levels of sugars at each two applied times caused to increase vase life and relative traits. Maximum vase life (18 days) was obtained in 50 g/L glucose at the first 24 h with no statistically significant differences with the 100 g/L sucrose and fructose at the first 24 h. The highest water uptakes and dry matter, the lowest POD and SOD activity and minimum MDA were obtained in treatment of 50 g/L glucose at the first 24 h. The study found that the highest levels of petal protein content, chlorophyll a, b, and total chlorophyll were achieved in carnation "Yellow Candy" cut flowers treated with 50 g/L glucose after 24 hours of harvesting. The application of sugars at the first 24 hours after harvesting had a greater impact on improving the vase life of the flowers compared to the second 24 hours. Therefore, the use of glucose as an external holding solution, preferably within the early hours of harvesting, is recommended to prolong the postharvest life of carnation "Yellow Candy" cut flowers. The study also revealed that the use of external holding solutions, particularly sugars combined with antimicrobial agents, can have a positive effect on prolonging the vase life of cut flowers. The concentration of sugar required in the holding solution varies depending on the type of flower being treated, with most flowers requiring a concentration of 2% sugar. However, some flowers may require higher concentrations, up to 4-6%, while others may be damaged if treated with concentrations higher than 1%. The application of sucrose has been shown to increase glucose and fructose levels in petals, further supporting the use of external holding solutions containing sugars for extending the vase life of cut flowers. Therefore, it is important to examine each flower before treating it to determine the optimal concentration of sugars. Sugars are a source of energy and carbon for cut flowers and play an important role in decreasing the protein degradation and ethylene production, maintenance of osmotic balance, increasing water uptake, and finally delaying in senescence process

Keywords: Postharvest life, Sugars, Vase solution, Water relations

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۱، بهار ۱٤۰۲، ص.٤٦-۲۹

اثر گلوکز، فروکتوز و ساکارز بر عمر گلجای، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک گل شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی'

آمنه شرفشاه رستمی[1]- بهزاد کاویانی[2]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۳/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹

چکیده

میخک یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌بریده جهان است که ماندگاری کوتاه آن موجب کاهش بازارپسندی این گیاه شده است. استفاده از قندها در محلول گلجای، عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده را افزایش می‌دهد. به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر) سه نوع قند (گلوکز، فروکتوز و ساکارز) و دو زمان کاربرد قند (۲۴ ساعت اول و ۲۴ ساعت دوم پس از برداشت، سال ۱۳۹۸) بر عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی'، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف قندها روی همه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. هر سه سطح قندها در هر دو زمان کاربرد، باعث افزایش عمر گلجای و بهبود صفات وابسته به آن شدند. بیشترین عمر گلجای (۱۸ روز) در گل‌های شاخه‌بریده تیمارشده با ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول به دست آمد که با تیمارهای ۱۰۰ گرم بر لیتر گلوکز، فروکتوز و ساکارز در ۲۴ ساعت اول تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین جذب آب، بیشترین ماده خشک، کمترین فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز و کمترین مقدار مالون‌دی‌آلدئید در تیمار ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول حاصل شد. بیشترین مقدار پروتئین گلبرگ، کلروفیل a، b و کلروفیل کل با کاربرد ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت دوم به دست آمد. کاربرد قندها در ۲۴ ساعت اول در بهبود عمر گلجای مؤثرتر از کاربرد این ترکیبات در ۲۴ ساعت دوم بود. بنابراین، کاربرد گلوکز ترجیحاً در ساعات اولیه برداشت به‌عنوان ترکیب افزایش‌دهنده ماندگاری پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: روابط آبی، عمر پس از برداشت، قندها، محلول گلجای

مقدمه

میخک (*Dianthus caryphyllus* L.) از خانواده Caryophyllaceae، جزء ۱۰ گل شاخه‌بریده برتر جهان است که با رنگ‌ها و شکل‌های متنوع گل، سهم بسزایی در تولید و تجارت گل‌های شاخه‌بریده دارد (Naing *et al*., 2017). جنس *Dianthus* بیش از ۳۰۰ گونه دارد که همگی جزء گیاهان چند ساله علفی هستند و به عنوان گیاه باغچه‌ای، گلدانی و شاخه‌بریده پرورش داده می‌شوند. میخک از گیاهان حساس به اتیلن است که پژمردگی زودرس گلبرگ‌های آن از معضلات عرضه این گیاه به بازار می‌باشد (Naing *et al*., 2017).

برای افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک، پژوهش‌های زیادی انجام شده است و محلول‌های نگهدارنده مختلفی معرفی شده‌اند که در اکثر این محلول‌ها، قندها جزء اصلی هستند و همراه با مواد ضد عفونی کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sindhu and Pathania, 2003; Pun *et al*., 2004; Seven and Jose,

۱ و ۲- به‌ترتیب کارشناس ارشد و دانشیار، گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: kaviani@iaurasht.ac.ir
DOI: 10.22067/jhs.2021.68976.1023

2005; Tanazad *et al*., 2016). کاربرد مواد ضد عفونی کننده به همراه مواد قندی در محلول نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده جهت جلوگیری از رشد میکروب‌ها و انسداد ساقه ضروری می‌باشد (Lukaszewska, 1995; Nair *et al*., 2003; Knee, 2000; Gupta and Dubey, 2018). تنش آبی یا کاهش هدایت آبی در ساقه که عموماً در اثر انسداد آوندها طی حباب‌دار شدن یا افزایش و تجمع میکروارگانیسم‌ها و تولید ترکیبات شیمیایی توسط آنها ایجاد می‌شود، عامل اصلی پایان عمر گل‌های شاخه‌بریده است (Reid, 2009). استفاده از منبع قند خارجی در محلول نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده، به‌عنوان منبع تغذیه، موجب حفظ و جایگزینی کربوهیدرات‌های مورد استفاده در فرآیند رشد و تنفس می‌شود و با به تأخیر انداختن تجزیه پروتئین‌ها و RNA، تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با پیری، حفظ سلامت غشای پلاسمایی و میتوکندری، ایجاد توازن و تعادل آبی، سنتز دیواره سلولی، تأثیر بر میزان باز و بسته شدن روزنه‌ها و کاهش میزان تعرق، موجب افزایش ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده می‌شود (Van Meeteren *et al*., 2000; Geng *et al*., 2009). قندها علاوه بر منبع تغذیه، نقش بسزایی در کاهش از دست دادن آب، تعادل اسمزی (Geng *et al*., 2009)، شکوفایی بهتر گل‌ها، افزایش اندازه و بهبود رنگ گل (Van der Meulen-Muisers *et al*., 1995) و کاهش تولید اتیلن (Gibson *et al*., 20092002; Geng *et al*., 2009; Seven and Jose, 2004) در گل‌های شاخه‌بریده دارند. ساکارز، فروکتوز و گلوکز از قندهای ساده‌ای هستند که می‌توان از آن‌ها در فرمولاسیون محلول‌های نگهدارنده‌ی گل‌های شاخه‌بریده استفاده کرد. از بین این قندها، ساکارز معمول‌ترین نوع قند است که در ترکیب محلول‌های گلجای استفاده می‌شود و اثر مثبت آن به‌عنوان منبع تأمین‌کننده کربوهیدرات مورد نیاز گل‌های شاخه‌بریده، کاهش تجزیه پروتئین‌ها، حفظ تعادل اسمزی، افزایش جذب آب، حفظ وظایف میتوکندری، کاهش تولید اتیلن و به طور کلی تأخیر در فرآیند پیری گزارش شده است (Park *et al*., 2017). همچنین گزارش شده است که تیمار گل‌های شاخه‌بریده با محلول‌های نگهدارنده حاوی ساکارز موجب افزایش غلظت گلوکز و فروکتوز در گلبرگ‌ها شده است (Reid, 2009).

پیری در گل‌های فرازگرا مانند میخک معمولاً با افزایش ناگهانی و موقتی تنفس و تولید اتیلن همراه است. اتیلن درون‌زا و برون‌زا در گل‌های شاخه‌بریده موجب باز شدن گل‌ها، ریزش اندام‌های گل، خشک شدن کاسبرگ‌ها و بدشکلی گلبرگ‌ها می‌شود که این امر تجارت این محصولات را محدود می‌نماید (Gupta and Dubey, 2018). استفاده از محلول‌های قندی در محلول گلجای سبب کاهش تولید اتیلن و افزایش خصوصیات کیفی و ماندگاری پس از برداشت در گل شاخه‌بریده میخک شدند (Verlinden and Garcia, 2004; Seven and Jose, 2004; Pun *et al*., 2005; Zadeh Bagheri *et al*., 2011; Tanazad *et al*., 2016; Park *et al*., 2017). کاربرد ساکارز، با کاهش فعالیت ACC اکسیداز، پیری پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده میخک را به تاخیر می‌اندازد (Mayak and Dilley, 1976). اثر مثبت ساکارز در افزایش عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده دیگر از جمله رز (Kuiper *et al*., 1995; Mortazavi *et al*., 2007)، مریم (Gowda, 1990)، گل میمون (Ichimura and Hisamatsu, 1999)، گل مومی (Dung *et al*., 2017)، اطلسی (O'Donoghue *et al*., 2008)، لیسیانتوس (Geng *et al*., 2009)، صد تومانی (Zhang *et al*., 2012; Chuang and Chang, 2013)، آلسترومریا (Mohammadi and Hashemabadi, 2016) و گلایول (Arora and Singh, 2006; Geng *et al*., 2009) نشان داده شد.

پژوهش‌های اندکی در خصوص تأثیر فروکتوز و گلوکز بر عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده انجام شده است. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف سه نوع قند ساکارز، گلوکز و فروکتوز در دو زمان کاربرد به صورت کوتاه‌مدت بر ماندگاری پس از برداشت و صفات وابسته به آن در گل شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط محیطی محل آزمایش

در این آزمایش از گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' (*Dianthus caryphyllus* L. cv. 'Yellow Candy') استفاده شد (شکل 1A). این گل‌ها از یک تولیدکننده تجاری خریداری و داخل بسته‌بندی تجاری استاندارد در کوتاه‌ترین زمان ممکن به محل آزمایش منتقل شدند. پس از انتقال، گل‌های شاخه‌بریده از بسته‌بندی خارج و از لحاظ اندازه و سلامت یکسان‌سازی شدند. گل‌ها پس از یکسان‌سازی و توزین، جهت جلوگیری از انسداد آوندی، زیر آب باز برش شدند و بلافاصله داخل گلجاهای حاوی مواد آزمایشی که از قبل آماده شده بودند، قرار گرفتند و تا انتهای عمر گلجای در آنها نگهداری شدن (شکل 1B). این آزمایش در آزمایشگاه پس از برداشت (شکل 1C) دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت با میانگین دمای ۳ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۵-۷۰ درصد و فتوپریود ۱۲ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۵ میکرومول بر متر مربع در ثانیه انجام شد.

تیمارها و طرح آزمایشی

در این پژوهش، تأثیر غلظت‌های مختلف قندهای مختلف شامل ساکارز (۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر)، فروکتوز (۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر) و گلوکز (۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر) همراه با شاهد و ۲ زمان کاربرد تیمارهای قندی به صورت پالس (۲۴ ساعت اول و ۲۴ ساعت دوم

پس از برداشت) بر عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده میخک به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار، ۴۲ پلات و در هر پلات ۴ شاخه گل، مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد نظر قبل از ورود گل‌ها به محل آزمایش، تهیه و به مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر در گلجاهای پلاستیکی ریخته شدند. در تهیه تیمارهای قندی جهت جلوگیری از رشد میکروب‌ها از ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ۸– هیدروکسی کینولین سولفات نیز استفاده شد. گل‌ها بر اساس نقشه طرح به صورت کاملاً تصادفی روی میز چیده شدند. سپس در مدت زمان‌های مورد نظر داخل محلول‌های گلجای قرار گرفتند. پس از پایان تیمارهای پالس، این گل‌ها تا پایان آزمایش در گلجاهای پلاستیکی حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر نگهداری شدند.

ارزیابی صفات

عمر گلجای

عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده میخک با شمارش روزها از زمان شروع آزمایش تا پیچیدگی گلبرگ‌ها به طرف داخل و پژمردگی ظاهری گل‌ها اندازه‌گیری شد (شکل ۱B) (Mohammadi and Hashemabadi, 2016).



شکل ۱- گل‌های میخک رقم 'یلو کندی'. (A): گل شاخه‌بریده سالم، (B): گل شاخه‌بریده پژمرده، (C): اتاق پس از برداشت حاوی گل‌های شاخه‌بریده قرار داده شده در ظروف گلجای حاوی محلول ضدعفونی‌کننده و تیمارهای قندی

Figure 1- Carnation cv. 'Yellow Candy' flowers. (A): fresh cut flower, (B): wilting cut flower, (C): vase room with cut flowers put into the vase jars containing antiseptic solution and sugars treatments

جذب آب

جهت اندازه‌گیری مقدار تبخیر از سطح محلول نگهدارنده، از چند گلجای حاوی آب مقطر در محل آزمایش استفاده شد. جهت اندازه‌گیری جذب آب یا محلول گلجای، میزان تبخیر و کاهش مقدار آب درون گلجاها با استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. سپس با توجه به میانگین وزن تر شاخه‌های گل در روز اول آزمایش و به کمک فرمول زیر جذب آب گل‌های شاخه‌بریده محاسبه شد.

$$\text{جذب آب} = \frac{Vt0 - (Et + Vt1)}{F.W.} \times 100$$

که در آن؛ Vt0: حجم اولیه محلول گلجا (۵۰۰ میلی‌لیتر)، Et: میانگین تبخیر از سطح محلول، Vt1: حجم محلول باقیمانده در روز آخر و FW: وزن تر گل‌ها در روز اول هستند.

وزن تر نسبی

وزن تر گل‌های شاخه‌بریده در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ آزمایش توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۵ گرم اندازه‌گیری و وزن تر نسبی برای این روزها با کمک فرمول زیر به دست آمد (Mohammadi and Hashemabadi, 2016).

$$\text{وزن تر نسبی} = \frac{\text{وزن تر در روز اندازه گیری}}{\text{وزن تر روز صفر}} \times 100$$

ماده‌ی خشک

وزن خشک شاخه‌های گل بریده در پایان عمر گلجای با خشک-کردن گل‌ها در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و توزین با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۵ گرم به دست آمد. درصد ماده خشک با کمک فرمول زیر محاسبه شد (Mohammadi and Hashemabadi, 2016).

$$\text{درصد ماده خشک} = \frac{\text{وزن خشک}}{\text{وزن تر}} \times 100$$

کلروفیل a، b و کل

به منظور اندازه‌گیری مقدار کلروفیل برگ، با مشاهده پژمردگی اولین گل در اتاق گلجای، نمونه‌گیری از برگ‌های سالم هر تیمار به صورت تصادفی انجام شد. سپس ۰/۵ گرم از برگ‌های نمونه‌گیری شده با استفاده از استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شدند. مقدار جذب عصاره‌های صاف شده در طول موج‌های ۶۶۰ و ۶۴۲ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (JASCO Model V-530 Spectrophotometer) قرائت گردید. با کمک فرمول‌های زیر مقدار کلروفیل a، b و کل بر حسب میلی‌گرم در هر گرم وزن تر محاسبه شد (Mazumdar and Majumdar, 2003).

$$\text{کلروفیل } a = 9.93\,(A660) - 0.777\,(A642.5)$$

$$\text{کلروفیل } b = 17.60\,(A642.5) - 2.81\,(A660)$$

$$\text{کلروفیل کل} = 7.12\,(A660) - 16.80\,(A642.5)$$

که در آن؛ A: مقدار جذب در طول موج مورد نظر است.

کاروتنوئید گلبرگ

نمونه‌گیری از گلبرگ‌های گل‌های شاخه‌بریده جهت اندازه‌گیری کاروتنوئید گلبرگ در روز پنجم آزمایش انجام شد. به این منظور، ۰/۵ گرم از گلبرگ‌های جدا شده با استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شدند. از عصاره صاف شده جهت قرائت جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۴۴۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. در نهایت مقدار کاروتنوئید گلبرگ‌ها با کمک فرمول زیر محاسبه شد (Mazumdar and Majumdar, 2003).

$$\text{کاروتنوئید گلبرگ (میکروگرم در هر گرم وزن تر)} = 4.69 \times A440 - 0.269 \times (20.2)\,A645 + (8.02)\,A663$$

که در آن؛ A: مقدار جذب در طول موج مورد نظر است.

پروتئین گلبرگ

بدین‌منظور، نمونه‌گیری از گلبرگ‌ها با مشاهده پژمردگی اولین گل در اتاق گلجای انجام شد. برای عصاره‌گیری از ۰/۵ گرم بافت گلبرگ استفاده شد. نمونه‌های گلبرگ به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و به مدت ۲۴ ساعت داخل مخلوط اسیدها (۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک + ۶ گرم اسید سالسیلیک + ۱۸ میلی‌لیتر آب اکسیژنه) نگهداری شدند. پس از آن عمل هضم نمونه‌ها تا زمان بی‌رنگ شدن نمونه‌ها انجام شد. نمونه‌های بی‌رنگ شده پس از صاف شدن با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. از این نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری ازت به کمک دستگاه کجلدال استفاده شد. پس از اتمام عمل کجلدال (تغییر رنگ نمونه‌ها از ارغوانی به زرد) تیتر نمونه‌ها با اسید سولفوریک نیم نرمال تا زمان ارغوانی شدن نمونه‌ها انجام شد. سپس از عدد حاصل جهت اندازه‌گیری ازت و سپس پروتئین به کمک فرمول‌های زیر استفاده گردید (Mohammadi and Hashemabadi, 2016).

$$\text{ازت (درصد)} = 0.56 \times t \times (a - b) \times \frac{V}{W} \times \frac{100}{D.M}$$

که در آن؛ t: غلظت اسید مصرفی جهت تیتراسیون بر حسب مول در لیتر، a: میزان اسید مصرفی جهت نمونه بر حسب میلی‌لیتر، b: میزان اسید مصرفی جهت شاهد بر حسب میلی‌لیتر، v: حجم عصاره حاصل از عمل هضم بر حسب میلی‌لیتر، w: وزن نمونه گیاهی جهت هضم بر حسب گرم و D.M: درصد ماده خشک گیاه هستند.

$$\text{پروتئین (درصد)} = \text{ازت} \times 6.25$$

مالون دی آلدئید (MDA)

برای اندازه‌گیری مالون دی آلدئید، ۰/۵ گرم بافت گلبرگ در روز پنجم آزمایش از شاخه گل جدا و به کمک نیتروژن مایع عصاره‌گیری شد. به عصاره حاصل، یک میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار اضافه شد و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (۱۴۰۰۰ دور در دقیقه) شدند. محلول رویی نمونه‌ها توسط سمپلر جدا و مجدداً به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد عمل سانتریفیوژ (۱۰۵۰۰ دور در دقیقه) انجام شد. پس از آن به محلول رویی ۱۰۰۰ میکرولیتر تری‌کلرواستیک اسید (TCA) ۲۰ درصد و ۰/۵ درصد تیوباربوتیریک اسید (TBA) اضافه گردید. محلول حاصل به مدت ۳۰ دقیقه داخل حمام آب جوش (۹۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت و سپس به یخ منتقل شد. پس از این مرحله، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (۱۰۵۰۰ دور در دقیقه)

شدند. ماده‌ی قرمز رنگ رویی جدا شد و میزان جذب ماده قرمز رنگ مالون دی آلدئید – تیوباربیوتیک اسید (MDA-TBA) تولید شده به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر و جذب سایر رنگیزه‌های اختصاصی در طول موج ۶۰۰ نانومتر قرائت گردید (Heath and Parker, 1968).

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

مقدار ۵ گرم بافت گلبرگ با نیتروژن مایع آسیاب و به دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد. سپس ۰/۵ گرم از نمونه منجمد شده با بافر فسفات پتاسیم و پلی وینیل پولی پیرولیدین در اسیدیته ۷ رقیق شد. پس از همسان کردن، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (۱۴۰۰۰ دور در دقیقه) شدند. محلول رویی به آرامی برداشته شد و تا زمان اندازه‌گیری فعالیت SOD در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های شاهد که فاقد آنزیم بودند نیز تهیه شدند. در نهایت میزان جذب نمونه‌ها بر حسب واحد آنزیم در هر گرم وزن تر در دقیقه در طول موج ۵۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید (Giannopolitis and Ries, 1997).

آنزیم پراکسیداز (POD)

نمونه‌گیری از گلبرگ‌های میخک در روز پنجم آزمایش و عصاره‌گیری از آن‌ها توسط بافر فسفات پتاسیم و پلی وینیل پولی پیرولیدین انجام شد. سپس به ۱۰۰ میکرولیتر از محلول حاصل، ۴۵۰ میکرولیتر محلول آب اکسیژنه و ۴۵۰ میکرولیتر محلول گایاکول اضافه گردید. جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت گردید. مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز بر حسب نانومول در هر گرم وزن تر در دقیقه گزارش شد (In *et al*., 2007).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در پایان آزمایش، داده‌های حاصل از بازدید روزانه گل‌ها و همچنین داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی توسط نرم-افزار آماری SPSS آنالیز شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

عمر گلجای

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف قند، زمان‌های مختلف کاربرد قندها و اثر متقابل سطوح مختلف قند و زمان کاربرد قند بر عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) آشکار کرد که کاربرد قندها در ۲۴ ساعت اول نسبت به ۲۴ ساعت دوم در بهبود ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده میخک مؤثرتر بود. بیشترین عمر گلجای (۱۸ روز) با کاربرد ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول به دست آمد که نسبت به شاهد در ۲۴ ساعت اول، ۳ روز عمر گلجای را افزایش داد. بین تیمارهای ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول و تیمارهای ۱۰۰ گرم بر لیتر فروکتوز و گلوکز (با عمر گلجای ۱۷/۳۳ روز) همچنین ۱۰۰ گرم بر لیتر ساکارز (با عمر گلجای ۱۷/۶۶ روز) در ۲۴ ساعت اول اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت. کاربرد قندها در ۲۴ ساعت دوم، اگرچه موجب افزایش عمر گلجای نسبت به شاهد (۱۴/۶۶ روز) شد اما در اکثر موارد اختلاف بین تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جذب آب

اثر سطوح مختلف قندها، زمان کاربرد قندها و اثر متقابل این دو عامل روی جذب آب گل‌های شاخه‌بریده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). اثر متقابل سطوح مختلف قندها و زمان کاربرد قندها روی جذب آب نشان داد که مصرف قندها در ۲۴ ساعت اول به طور معنی‌داری توانایی جذب آب در گل‌های شاخه‌بریده را نسبت به مصرف قندها در ۲۴ ساعت دوم افزایش داد. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود کاربرد قندها در هر دو زمان نسبت به شاهد موجب افزایش جذب آب شد که این تفاوت‌ها در ۲۴ ساعت اول مشهود بود. در ۲۴ ساعت اول تیمار گل‌های شاخه‌بریده با محلول‌های قندی، شاهد با ۰/۳۴ میلی‌لیتر در هر گرم وزن تر کمترین مقدار جذب آب را داشت. تیمار ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول که بالاترین عمر گلجای را داشت دارای بیشترین جذب آب (۰/۵۶ میلی‌لیتر در هر گرم وزن تر) در بین تمامی تیمارها نیز بود (جدول ۲).

وزن تر نسبی

وزن تر گل‌های شاخه‌بریده میخک در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ آزمایش اندازه‌گیری شد (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف قندها و زمان کاربرد آنها در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۱۲ در سطح احتمال یک درصد و در روز ۹ آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). وزن تر گل‌ها تا روز سوم با کاربرد ترکیبات قندی حفظ شده است. جهش قابل توجهی در کاهش وزن تر از روز سوم اتفاق افتاده است. در هر دو زمان کاربرد قندها، شاهد کمترین وزن تر را داشت. بیشترین وزن تر نسبی در همه روزها متعلق به تیمار ۵۰ گرم در لیتر گلوکز در هر دو زمان کاربرد قندها بود (جدول ۲، شکل ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر عمر گلجای و برخی شاخص‌های کمی و کیفی گل شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی'

Table 1- ANOVA for the effect of different treatments on the vase life and some quantitative and qualitative parameters of carnation cv. 'Yellow Candy' cut flowers

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عمر گلجای Vase life	جذب آب Water uptake	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 12)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 9)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 6)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 3)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 0)
تکرار Replicate	2	1.595^{*}	0.000695^{ns}	11.14^{ns}	4.071^{ns}	1.595^{ns}	1.595^{ns}	4.023^{ns}
زمان کاربرد قندها Sugars application time (T)	1	20.02^{**}	0.57634^{**}	106^{**}	20.02^{*}	74.6^{**}	46.09^{*}	7.714^{ns}
سطوح مختلف قندها Different levels of sugars (S)	6	3.428^{**}	0.00675^{**}	143.9^{**}	41.1^{**}	37.1^{**}	48.7^{**}	33.277^{**}
T × S	6	1.968^{**}	0.01517^{**}	74.38^{**}	17.4^{*}	17.6^{**}	36.9^{**}	18.769^{**}
خطا Error	26	0.338	0.000567	4.0659	5.9176	4.9029	6.1593	4.7418
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)		3.665	9.834	4.121	4.475	4.040	2.347	1.986

ns عدم معنی‌داری و *، **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: Non-significant; ** and *: significant at of 1% and 5% of the probability levels, respectively

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر عمر گلجای و برخی شاخص‌های کمی و کیفی گل شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی'

Continued Table 1- ANOVA for the effect of different treatments on the vase life and some quantitative and qualitative parameters of carnation cv. 'Yellow Candy' cut flowers

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	سوپراکسید دیسموتاز SOD	پراکسیداز POD	مالون دی آلدئید MDA	پروتئین گلبرگ Petal protein	کاروتنوئید گلبرگ Petal carotenoid	کلروفیل کل Total chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	ماده خشک Dry matter
تکرار Replicate	2	2.571^{ns}	0.0004^{ns}	0.642^{ns}	0.00069^{ns}	0.642^{ns}	1.785^{ns}	0.2857^{ns}	0.642^{ns}	0.452^{ns}
زمان کاربرد قندها Sugars application time (T)	1	24.6**	0.0454*	1.2036^{ns}	0.0521**	7.158**	2.85^{ns}	0.972^{ns}	3.99*	0.3809^{ns}
سطوح مختلف قندها Different levels of sugars (S)	6	123.0**	0.057**	1.792**	0.0244**	1.818*	6.30**	0.823*	1.025^{ns}	3.379*
T × S	6	112.2**	0.072**	1.3603**	0.0061*	4.523**	4.73**	0.804*	3.55**	2.492*
خطا Error	26	2.57143	0.01080	0.33516	0.00265	0.6429	0.8626	0.2857	0.6429	0.7908
		19.513	76.061	18.096	14.896	23.317	17.031	28.705	23.641	7.771

ns عدم معنی‌داری و *، ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: Non-significant; ** and *: significant at the 1% and 5% of the probability levels, respectively.

جدول ۲- اثر متقابل سطوح مختلف قندها × زمان کاربرد قند بر عمر گلجای و برخی شاخص‌های کمی و کیفی گل شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی'

Table 2- The interaction effect of the different levels of sugars× sugars application time on the vase life and some quantitative and qualitative parameters of carnation cv. 'Yellow Candy' cut flowers

سطوح مختلف قندها Different levels of sugars (g l^{-1})	زمان کاربرد قند Sugars application time (h)	عمر گلجای Vase life (day)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 12)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 9)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 6)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 3)	وزن تر نسبی Relative fresh weight (day 0)	ماده خشک Dry weight (%)	جذب آب Water uptake (mg g^{-1} F.W)
شاهد Control	۲۴ اول first 24	15.00b	36.3g	50.66ef	52.3de	101.0gh	108.6d-f	12.00b	0.34e
۵۰ فروکتوز 50 Fructose	۲۴ اول first 24	15.33bc	49.6de	52.66c-f	54.3b-e	104.6d-g	109.3b-e	12.33b	0.38cd
۱۰۰ فروکتوز 100 Fructose	۲۴ اول first 24	17.33a	52.0cd	54.00c-f	54.6b-e	107.0b-f	109.0c-f	13.66ab	0.39cd
۵۰ گلوکز 50 Glucose	۲۴ اول first 24	18.00a	58.0a	59.3a	61.0a	111.0ab	112.6ab	14.33a	0.56a
۱۰۰ گلوکز 100 Glucose	۲۴ اول first 24	17.33a	53.0cd	54.66b-e	53.3cde	107.6a-e	108.0ef	12.33b	0.45b
۵۰ ساکارز 50 Sucrose	۲۴ اول first 24	15.66bc	47.6e	55.33abc	56.3bc	106.3c-f	110.6a-e	12.66ab	0.38de
۱۰۰ ساکارز 100 Sucrose	۲۴ اول first 24	17.66a	57.0ab	58.66ab	61.0a	110.0abc	112.3abc	13.66ab	0.42bc
شاهد Control	۲۴ دوم second 24	14.66c	41.3f	50.00f	51.0e	99.3h	108.6d-f	12.00b	0.13h
۵۰ فروکتوز 50 Fructose	۲۴ دوم second 24	15.00bc	50.0de	55.00bcd	53.0cde	108.3a-d	112.0a-d	12.66ab	0.14h
۱۰۰ فروکتوز 100 Fructose	۲۴ دوم second 24	15.33bc	50.0de	51.66c-f	51.6de	103.3fgh	108.3ef	12.33b	0.16h
۵۰ گلوکز 50 Glucose	۲۴ دوم second 24	15.66b	54.0bc	59.3a	58.0ab	111.6a	113.6a	13.66ab	0.20g
۱۰۰ گلوکز 100 Glucose	۲۴ دوم second 24	15.33bc	48.3e	54.66b-e	53.6cde	105.0d-g	103.6g	13.00ab	0.16h
۵۰ ساکارز 50 Sucrose	۲۴ دوم second 24	15.00bc	44.0f	54.00c-f	52.0de	101.3gh	112.6ab	12.20b	0.26f
۱۰۰ ساکارز 100 Sucrose	۲۴ دوم second 24	15.00bc	43.6f	51.00def	55.0bcd	104.0efg	105.6fg	12.66ab	0.21g

در هر ستون حروف مشترک عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD را نشان می‌دهد.

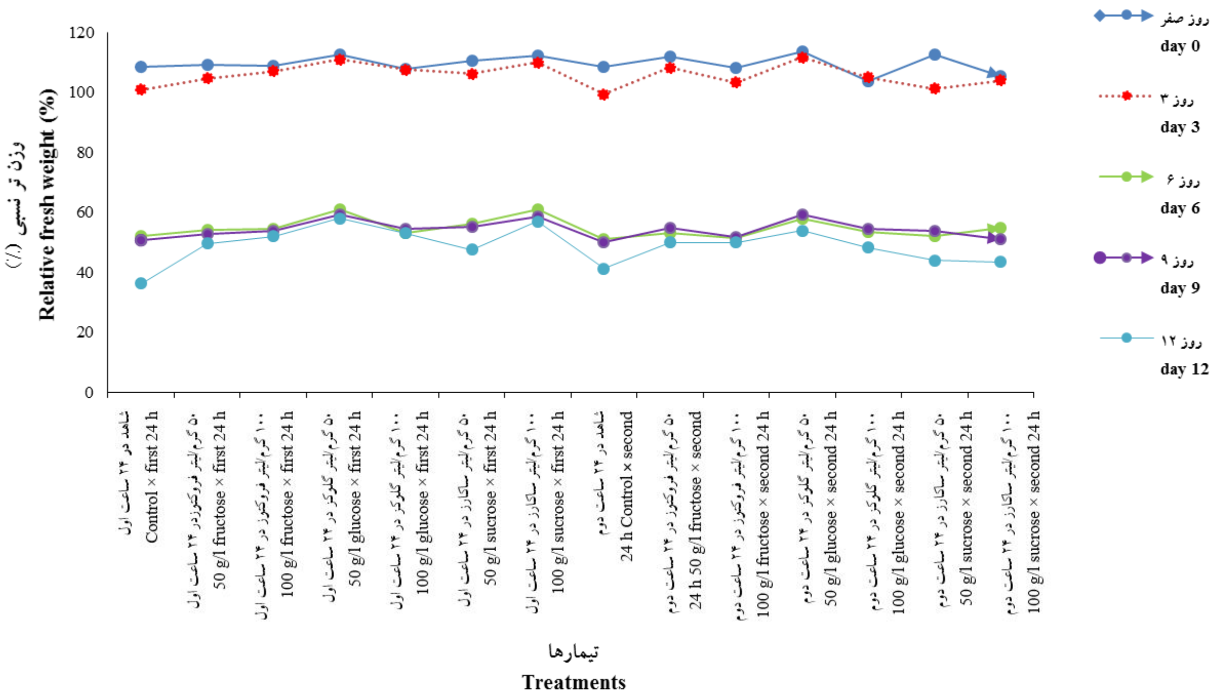
Means followed by the same letter within each column shows no significant differences at 5% of the probability levels by LSD test.

جدول ۲- ادامه
Table 2. Continued

سطوح مختلف قندها Different levels of sugars (g l^{-1})	زمان کاربرد قند Sugars application time (h)	سوپراکسید دیسموتاز SOD (IU g^{-1} F.W. min^{-1})	پراکسیداز POD (nmol g^{-1} F.W. min^{-1})	مالون دی آلدئید MDA (nmol g^{-1} F.W)	کلروفیل کل Totall chlrophyll (mg g^{-1} F.W)	کلروفیل b Chlrophyll b (mg g^{-1} F.W)	کلروفیل a Chlrophyll a (mg g^{-1} F.W)	کاروتنوئید گلبرگ Petal carotenoid (µg g^{-1} F.W)	پروتئین گلبرگ Petal protein (%)
شاهد Control	۲۴ اول first 24	15.24b	0.49a	4.39a	3.97de	1.53bc	2.40de	2.16fg	0.23f
۵۰ فروکتوز 50 Fructose	۲۴ اول first 24	1.90f	0.23bc	3.77abc	4.29de	1.84b	2.47de	2.51d-g	0.32de
۱۰۰ فروکتوز 100 Fructose	۲۴ اول first 24	10.16cd	0.08cd	2.89cde	5.14cd	1.97b	3.17cde	2.51d-g	0.32de
۵۰ گلوکز 50 Glucose	۲۴ اول first 24	1.27f	0.02d	1.75f	6.61abc	2.44a	4.16abc	4.42abc	0.35cd
۱۰۰ گلوکز 100 Glucose	۲۴ اول first 24	2.00f	0.13cd	2.63def	4.88d	1.56bc	3.32b-e	3.53c-e	0.26ef
۵۰ ساکارز 50 Sucrose	۲۴ اول first 24	12.70bc	0.07cd	3.30b-e	4.91d	1.91b	3.00cde	3.20c-g	0.34cde
۱۰۰ ساکارز 100 Sucrose	۲۴ اول first 24	8.89d	0. 08cd	2.48ef	5.55bc	2.33a	3.22cde	2.85d-g	0.35cd
شاهد Control	۲۴ دوم second 24	19.05a	0.37ab	4.23ab	3.30e	1.26cd	2.04e	1.96g	0.23f
۵۰ فروکتوز 50 Fructose	۲۴ دوم second 24	13.33b	0.20bc	3.72abc	4.81de	1.7bc	3.11cde	2.99d-g	0.32de
۱۰۰ فروکتوز 100 Fructose	۲۴ دوم second 24	15.24b	0.11cd	3.51a-d	4.62de	1.48c	3.14cde	5.54a	0.41bc
۵۰ گلوکز 50 Glucose	۲۴ دوم second 24	1.70f	0. 04cd	2.84cde	7.68a	2.48a	5.20a	5.08ab	0.50a
۱۰۰ گلوکز 100 Glucose	۲۴ دوم second 24	3.93ef	0. 06cd	3.30b-e	6.82ab	2.19ab	4.63ab	4.29a-d	0.35cd
۵۰ ساکارز 50 Sucrose	۲۴ دوم second 24	3.93ef	0.09cd	3.35a-e	5.41bcd	1.86b	3.55bcd	3.76b-e	0.44ab
۱۰۰ ساکارز 100 Sucrose	۲۴ دوم second 24	5.71e	0.06cd	2.63def	6.36abc	2.13ab	4.23abc	3.34c-f	0.41bc

در هر ستون حروف مشترک عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD را نشان می‌دهد.

Means followed by the same letter within each column shows no significant differences at 5% of the probability level by LSD test.



شکل ۲- اثر متقابل سطوح مختلف قندها × زمان کاربرد قندها بر وزن تر نسبی گل شاخه‌بریده میخک در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲

Figure 2- The interaction effect of different levels of sugars × application time of sugars on relative fresh weight of carnation cut flower in days 0, 3, 6, 9, and 12 (LSD, *p≤0.05*)

درصد ماده خشک

اثر متقابل غلظت‌های مختلف قندهای گلوکز، فروکتوز و ساکارز و زمان کاربرد این قندها روی درصد ماده خشک گل‌های شاخه‌بریده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر زمان کاربرد قندها روی درصد ماده‌خشک گل‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). درصد ماده‌خشک با کاربرد قندها در ۲۴ ساعت اول و دوم نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین درصد ماده‌خشک (۱۴/۳۳ درصد) گل‌های شاخه‌بریده با کاربرد تیمار ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول محاسبه شد که از لحاظ آماری با تیمارهای ۱۰۰ گرم بر لیتر فروکتوز و ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر ساکارز در ۲۴ ساعت اول تفاوت معنی‌داری نداشت. در ۲۴ ساعت دوم نیز بیشترین درصد ماده‌خشک (۱۳/۶۶ درصد) به تیمار ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز تعلق داشت که از لحاظ آماری با تیمارهای ۱۰۰ گرم بر لیتر گلوکز و ساکارز و ۵۰ گرم بر لیتر فروکتوز تفاوت معناداری نداشت (جدول ۲).

کلروفیل برگ

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل عوامل روی مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل برگ‌های میخک رقم 'یلو کندی' در سطح احتمال یک درصد و روی کلروفیل b در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین‌های اثر متقابل عوامل نشان داد که مقدار کلروفیل با کاربرد قندها در هر دو زمان کاربرد نسبت به شاهد افزایش یافت. در هر دو زمان کاربرد قندها، کمترین مقدار کلروفیل برای تیمار شاهد ثبت شد. بیشترین مقدار کلروفیل a (۵/۲۰ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر)، b (۲/۴۸ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر) و کل (۷/۶۸ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر)، با کاربرد ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت دوم در برگ‌ها تولید شد (جدول ۲).

کاروتنوئید گلبرگ

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف قندها و زمان کاربرد قندها روی مقدار کاروتنوئید گلبرگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بررسی مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که در هر دو زمان کاربرد قندها، کمترین مقدار کاروتنوئید در گلبرگ‌های تیمار شاهد تولید شد. بیشترین مقدار کاروتنوئید (۵/۵۴ میکروگرم در هر گرم وزن تر) برای تیمار ۱۰۰ گرم بر لیتر فروکتوز در ۲۴ ساعت دوم ثبت شد. تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت دوم و ۵۰ گرم در لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با تیمار ۱۰۰ گرم بر لیتر فروکتوز در ۲۴ ساعت دوم نداشتند.

پروتئین گلبرگ

اثر متقابل عوامل روی مقدار پروتئین گلبرگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار پروتئین گلبرگ (۰/۵ درصد) متعلق به تیمار ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت دوم بود که از لحاظ آماری با تیمار ۵۰ گرم بر لیتر ساکارز در ۲۴ ساعت دوم (۰/۴۴ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار پروتئین گلبرگ (۰/۲۳ درصد) متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

مالون دی آلدئید (MDA)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف قندها و اثر متقابل سطوح مختلف قندها و زمان کاربرد قندها روی عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود. اثر زمان کاربرد قندها روی تجمع MDA در بافت گلبرگ معنی‌دار نبود (جدول ۱). تجمع MDA در هر دو زمان کاربرد قندها، نسبت به شاهد کاهش یافته است. تیمار ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول با ۱/۷۵ نانومول در هر گرم وزن تر، مناسب‌ترین تیمار جهت کاهش تجمع MDA بود. بیشترین مقدار MDA (۴/۳۹ نانومول در هر گرم وزن تر) متعلق به تیمار شاهد در ۲۴ ساعت اول بود که از لحاظ آماری با تیمارهای شاهد در ۲۴ ساعت دوم، ۵۰ گرم بر لیتر فروکتوز در ۲۴ ساعت اول، ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر فروکتوز در ۲۴ ساعت دوم و ۵۰ گرم بر لیتر ساکارز در ۲۴ ساعت دوم اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD)

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین زمان‌های مختلف کاربرد قندها در سطح احتمال ۵ درصد و بین سطوح مختلف قندها همچنین اثر متقابل سطوح مختلف قندها و زمان کاربرد قندها در سطح احتمال یک درصد روی فعالیت آنزیم پراکسیداز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود داشت (جدول ۱). فعالیت POD تحت تأثیر تیمارها کاهش یافت. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، شاهد در ۲۴ ساعت اول و شاهد در ۲۴ ساعت دوم، دارای بیشترین (به ترتیب با ۰/۴۹ و ۰/۳۷ نانومول در هر گرم وزن تر در دقیقه) فعالیت آنزیم POD بودند. کمترین (۰/۰۲ نانومول در هر گرم وزن تر در دقیقه) فعالیت POD با تیمار ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول محاسبه شد که مناسب‌ترین تیمار در صفت فوق بود (جدول ۲).

فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)

اثر ساده و متقابل سطوح و زمان‌های مختلف کاربرد قندها روی فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). فعالیت این آنزیم آنتی‌اکسیدانی با کاربرد قندها در هر دو زمان کاربرد کاهش یافت. تفاوت مشهودی در فعالیت آنزیم SOD در تیمارهای مختلف وجود دارد. در تیمارهای ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز در ۲۴ ساعت اول و دوم، کمترین (به ترتیب با ۱/۲۷ و ۱/۷۰ واحد آنزیم در هر گرم وزن تر در دقیقه) فعالیت SOD مشاهده شد. تیمار شاهد در ۲۴ ساعت دوم با ۱۹/۰۵ واحد آنزیم در هر گرم وزن تر در دقیقه دارای بیشترین فعالیت SOD در بین تیمارها بود (جدول ۲).

بحث

کاربرد قندها موجب افزایش عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' نسبت به شاهد شد. گل‌های شاخه‌بریده پس از برداشت، از منبع تغذیه و انرژی خود جدا می‌شوند، اما همچنان فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آن‌ها همانند زمان اتصال به پایه مادری ادامه می‌یابد. بنابراین، تأمین انرژی مورد نیاز گل‌ها جهت زنده‌مانی آن‌ها ضرورت دارد. از گذشته، قندها به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تغذیه گل‌های شاخه‌بریده، جزء اصلی محلول‌های تمدید کننده عمر پس از برداشت بوده‌اند (Nair Halevy and Mayak, 1981 ; *et al*., 2003). قندها نقش بسزایی در تنفس و ساخت دیواره سلولی دارند، همچنین نقش قندها به عنوان اسمولیت و ضد اتیلن نیز گزارش شده است (Nair *et al*., Ichimura and Hisamatsu, 1999 ; 2003). افزودن منبع قندی به محلول نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده، موجب افزایش میزان قند در بافت گل شده و با تأمین انرژی مورد نیاز گیاه و مهار تولید اتیلن، موجب افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریدنی می‌شود (Ichimura Halevy and Mayak, 1981 ; and Hisamatsu, 1999). علاوه بر این، قندها با بهبود پتانسیل اسمزی و حفظ تعادل آبی موجب حفظ تورژسانس سلولی در گلبرگ‌ها شده و شادابی گل‌ها را برای مدت زمان بیشتری حفظ می‌نمایند (Nair *et al*., 2003). بنابراین، می‌توان بهبود ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' نسبت به شاهد را در پژوهش حاضر به اثر اسمولیتی قندها و تأثیر آن‌ها بر بهبود جذب آب نسبت داد که در نهایت موجب حفظ وزن تر و شادابی گل‌های شاخه‌بریده برای مدت زمان بیشتری شده‌اند.

میزان تولید اتیلن در گلبرگ‌ها تا حدود زیادی به غلظت قند در این حلقه‌گل وابسته است (Ichimura and Hisamatsu, 1999). از آنجا که میخک گیاهی فرازگراست به نظر می‌رسد که افزایش غلظت قند محلول در گلبرگ‌های آن می‌تواند از طریق تأخیر در تولید اتیلن فرازگرایی موجب حفظ ماندگاری پس از برداشت این گل شاخه‌بریده شود (Sacalis and Lee, 1987Dilley and Carpenter, 1975 ;).

در پژوهش حاضر، کاربرد قندها در ۲۴ ساعت اول نسبت به ۲۴

ساعت دوم موجب بهبود عمر گلجای و صفات وابسته به آن شد که با نتایج تحقیقات ایچیمورا و هیساماتسو (Ichimura and Hisamatsu, 1999) روی گیاه گل میمون مطابق است. این محققان معتقدند که کاربرد قندها در ۲۴ ساعت اول در کنترل روند پیری از طریق مهار تولید اتیلن و جلوگیری از خروج قندها از گل‌ها مؤثر است. توانایی گلبرگ‌های میخک در جذب قندها با تأخیر در زمان قنددهی کاهش یافته و به همین علت در پژوهش حاضر تیمار گل‌های شاخه‌بریده با قندها در ۲۴ ساعت دوم در بهبود ماندگاری میخک تأثیر کمتری داشته است.

قندها علاوه بر نقش تغذیه‌ای، موجب بهبود تعادل و جذب آب در گل‌های شاخه‌بریده می‌شوند. در واقع قندها از طریق تأثیر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق، از هدر رفت آب در این گل‌ها جلوگیری می‌کنند و بدین ترتیب موجب حفظ وزن تر و خشک در گل‌ها می‌شوند (Marousky, 1969). در پژوهش حاضر نیز جذب آب، وزن تر و ماده خشک گل‌های شاخه‌بریده میخک با کاربرد قندها افزایش یافت. کاربرد قندها به ویژه در ۲۴ ساعت اول با فراهم نمودن منبع تغذیه در زمان اندکی پس از جدا شدن گل‌ها از پایه مادری، گیاه را از مواجه شدن با تنش‌ها محافظت می‌کند و از طریق فراهم نمودن آب و کربوهیدرات‌ها، روند طبیعی فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه را حفظ می‌کند و بدین‌ترتیب موجب بهبود روند زنده‌مانی گل شاخه‌بریده میخک شده است. افزایش جذب آب در گل‌های شاخه‌بریده به افزایش غلظت اسمزی ایجاد شده توسط قندها در برگ و گلبرگ گل‌های شاخه‌بریده نسبت داده شده است (Pun and Ichimura, 2003). ساکارز ۵ درصد، جذب آب، وزن تر و کیفیت ظاهری گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' را افزایش داد (Zadeh Bagheri *et al*., 2011). نقش ساکارز در باز و بسته شدن روزنه‌ها و حفظ تعادل آبی در گل‌های شاخه‌بریده نشان داده شد (Liao *et al*., 2000). ترکیبات ضد عفونی کننده به تنهایی اثری روی عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده نداشتند اما وقتی با ساکارز ترکیب شدند به طور قابل توجهی موجب کاهش پژمردگی گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'پینک کاستلارو' شدند (Shahsavar and Azarakhsh, 2009). افزایش عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده مختلف مانند میخک (Khalighi and Shafie, 2000)، دندروبیوم رقم 'خائو سانان' (Lerslerwonga *et al*., 2009)، میخک رقم 'آستور' (Menguc and Usta, 1993) و میخک رقم 'وایت سیم' (Verlinden and Garcia, 2004) با کاربرد ساکارز و مواد ضد عفونی کننده در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است. تیمار گل‌های شاخه‌بریده میخک با ساکارز موجب بهبود جذب آب، وزن تر و عمر پس از برداشت شد (Chandrashekar and Gopinath, 2001). کاربرد ساکارز به همراه کلرید کلسیم موجب افزایش جذب آب و کاهش پژمردگی گل‌های شاخه‌بریده رز رقم 'وارلون' (Mortazavi *et al*., 2011) و مریم (Joz Ghasemi *et al*., 2011) گردید. بیشترین عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'باربارا' با کاربرد ۵ درصد ساکارز به دست آمد (Pun *et al*., 2005). کاربرد ۳ درصد ساکارز به همراه ماده ضد عفونی کننده به طور معنی‌داری موجب افزایش وزن تر و خشک و عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده گلایول شد (Manzoor *et al*., 2018).

کاربرد قندها در بهبود ماندگاری و صفات وابسته به آن در گل‌های شاخه‌بریده آلسترومریا (Jahanifar *et al*., 2016)، گل میمون (Ichimura and Hisamatsu, 1999)، مریم (Borji *et al*., 2016) و رز رقم 'سونیا' (Stigter, 1981) گزارش شد. استفاده از ساکارز، فروکتوز و گلوکز موجب بهبود عمر و صفات وابسته به عمر گلجای در گل شاخه‌بریده لیسیانتوس شد (Chuang and Chang, 2013). ترکیب گلوکز، ساکارز و یک الیگوساکارید باعث افزایش عمر گلجایی و برخی صفات مرتبط دیگر در گل‌های شاخه‌بریده گل میمون شد (Ichimura *et al*., 2022). به کارگیری ۹۰ گرم بر لیتر گلوکز در افزایش ماندگاری پس از برداشت گل شاخه‌بریده صد تومانی نسبت به ساکارز مناسب‌تر بود (Chuang and Chang, 2013). در پژوهش ما، کاربرد ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز دارای بیشترین تأثیر بر صفات مورد ارزیابی بود که با نتایج این محققان همخوانی دارد. علت تأثیر بهتر و بیشتر گلوکز نسبت به سایر قندهای مورد استفاده این است که گلوکز؛ منوساکارید پایه و یک منبع آماده برای مصرف توسط سلول‌ها است. این قند، ساده‌ترین شکل مورد استفاده برای گیاهان است. فروکتوز بیشتر ذخیره می‌شود و برای استفاده باید ابتدا به گلوکز تبدیل شود. ساکارز نیز برای استفاده باید به گلوکز و فروکتوز شکسته شود. در گل‌های شاخه‌بریده، قند گلوکز نسبت به ساکارز سریع‌تر منتقل می‌گردد. از آنجایی که اسمولالیته ۵۰ گرم بر لیتر گلوکز نسبت به ۱۰۰ گرم بر لیتر کمتر است، حرکت آن در گیاه به دلیل نزدیک‌تر بودن به اسمولالیته گیاه، بهتر و سریع‌تر انجام می‌شود.

کاربرد قندها در هر دو زمان موجب افزایش رنگدانه‌های کلروفیل برگ و کاروتنوئید گلبرگ شد. یکی از مزایای افزودن قندها به محلول گلجای، تأثیر این ترکیبات بر حفظ رنگدانه‌های گل و برگ است (Verlinden and Garcia, 2004). قندها با تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و حفظ تورژسانس سلولی موجب پایداری رنگدانه‌ها در گیاهان می‌شوند (Liao *et al*., 2000). تخریب رنگدانه‌ها از نشانه‌های پیری در گل‌ها و برگ‌هاست. در پژوهش حاضر، تیمار گل‌های شاخه‌بریده میخک با قندها موجب حفظ رنگدانه‌های برگ و گلبرگ نسبت به شاهد شد که با توجه به نقش قندها در تنظیم تنفس، فشار اسمزی، جذب آب و حفظ تورژسانس سلولی، دستیابی به این نتیجه مورد انتظار بود. قندها همچنین در حفظ ساختار اندامک‌ها و اجزای درون سلولی نقش دارند. نیز حفظ و افزایش کلروفیل با

کاربرد قندها در محلول گلجای گل شاخه‌بریده مـریم (Borji et al., 2016)، میمـون (Abdul Wasea, 2012)، شـیپوری (Ewa et al., 2004) و رز (Elgimabi and Ahmed, 2009) گزارش شـده اسـت که با نتایج پژوهش حاضر همسو است.

جلوگیری از تنش آبی و حفظ فعالیت سلول‌ها، از تخریـب و زوال پروتئین‌ها جلوگیری می‌کند و روند پیری را در گل‌های شاخه‌بریـده از جمله دندروبیوم رقم 'خائو سانان' (Lerslerwonga et al., 2009) و رز (Sood and Nagar, 2003) کند مـی‌نماید. در پـژوهش حاضـر، تیمارهای قندی با حفظ جذب آب و وزن تر، موجب حـفـظ و افـزایش پروتئین در گل‌های شاخه‌بریده شدند. تخریب پروتئین‌ها با آغاز پیری در گیاهان مختلف امری طبیعی است و یکـی از نشانه‌هـای پیـری و زوال در اندام‌های گیاهی می‌باشد (Callis, 1995). تخریب و تجزیـه پروتئین‌ها در گلبرگ‌های در حال پیر شدن همروکالیس مشاهده شده اسـت (Lay-Yee et al., 1992). تیمـار گـل‌هـای شـاخه‌بریـده بـا ترکیباتی که از تخریب پروتئین‌ها جلوگیری می‌نمایند یـا مـانع سـنتز پروتئین‌های مخرب و تسریع‌کننده پیری می‌شوند، مـی‌توانـد موجـب افزایش ماندگاری پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده از جملـه زنبـق شوند (Van Doorn et al., 2004). قنـدها بقـای سـاختاری غشـای سلولی را افزایش می‌دهند و تیمـار گـل‌هـای شـاخه‌بریـده بـا قنـدها می‌تواند از تخریب پروتئین‌های غشای سلولی سـلول‌هـای گلبـرگ و بافت‌های گیاهی جلوگیری کنـد (Huang et al., 2002). اثـر مثبـت ساکارز بر افزایش پروتئین در گلبرگ‌های گل شاخه‌بریده مریم نشـان داده شد (Borji et al., 2016).

یکی از دلایل اصلی پیری در سلول‌های گیاهی، پراکسیده شـدن لیپیدهای غشا می‌باشد. مالون دی آلدئید ترکیبی است که از پراکسیده شدن لیپیدهای غشا حاصل می‌شود و اندازه‌گیری آن، شدت خسارت و تخریب لیپیدهای غشا را نشان مـی‌دهـد (Geng et Vacca, 2004 ; al., 2009). MDA جـزء ترکیبـاتی اسـت کـه در اثـر فعالیـت اکسیژن‌های فعال و پراکسیده شدن لیپیدهای غشا تولید مـی‌شـود. در واقع MDA ترکیبی آلدئیدی و مخرب است کـه بـه طـور نامناسـبی اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌هـا و سـایر ترکیبـات گیـاهی را تخریـب می‌کند. تنش‌هـای اکسـیداتیو موجـب افـزایش MDA در گیاهـان از جمله در سوسن رقم 'استارگازر' می‌شـوند (Ranwala and Miller, 2000). در پژوهش حاضر مقدار MDA بـا کـاربرد قنـدها در هـر دو زمان کاربرد نسبت به شاهد کاهش یافت که ایـن امـر بیـانگر نقـش مثبت قندها در جلوگیری از تنش‌های فیزیولوژیکی، حفـظ توژسـانس سلولی و حفظ ساختار غشا در گل شاخه‌بریده میخـک اسـت. کـاهش فعالیت MDA با کاربرد قندها در گل‌های شاخه‌بریده رز رقم 'رویـال کلاس' (Abri et al., 2013)، مریم (Borji et al., 2016) و رز رقم 'یلو آیلند' (Gerailoo and Ghasemnezhad, 2011) گزارش شـده است که با نتایج پژوهش حاضر همسویی دارد.

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در اثر افزایش رادیکـال‌هـای آزاد افزایش می‌یابد. رادیکال‌های آزاد با مولکول‌های درون سـلولی نظیـر لیپیدها، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها واکنش می‌دهند و موجب تغییر در ماهیت و ساختار طبیعی آن‌ها می‌شوند. آنزیم‌هـای آنتـی‌اکسـیدانی از طریق غیر فعال کردن رادیکال‌های آزاد موجب حفظ ساختار سلول‌هـا می‌شـوند (Chitra and Pillai, 2002). آنـزیم‌هـای آنتـی‌اکسـیدانی پراکسیداز و سوپراکسیداز از سیستم‌های دفاعی آنزیمی و قوی گیاهان در مقابل عوامل مخرب و تنش‌ها هستند (Huang et al., 2007). در پژوهش حاضر کـاهش فعالیـت آنـزیم‌هـای آنتـی‌اکسـیدانی POD و SOD در تیمارهای قندی احتمالاً به دلیل تأثیر این ترکیبات در حفظ فعالیت طبیعی سلول‌ها و به تأخیر انـداختن پیـری اسـت کـه موجـب فعالیت کمتر آنزیم‌های فـوق شـده اسـت. حضـور قنـدها در محلـول گلجای، تنش معمول گل‌های شاخه‌بریـده را کـاهش داد. اثـر مثبـت محلول گلجای حاوی قند بر کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسـیدانی کاتالاز، POD و SOD در گل‌های شاخه‌بریده رز رقم 'رویال کلاس' (Abri et al., 2013)، مـریم (Borji et al., 2016) و رز رقـم 'یلـو آیلنـد' (Gerailoo and Ghasemnezhad, 2011) گـزارش شـده است. در پژوهش حاضر، کاربرد قندها موجب توقف یا کاهش فعالیـت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تأخیر در فرآیند پیری شد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، قندهای ساکارز، گلوکز و فروکتـوز در بهبود ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' مـؤثر هستند. بهبود عمر گلجای، جذب آب، ماده خشک، پـروتئین گلبـرگ، رنگدانه‌ها، کاهش پراکسیداسیون لیپیدها و کاهش فعالیت آنـزیم‌هـای آنتی‌اکسیدانی در پـژوهش حاضـر بـا کـاربرد سـطوح مختلـف قنـدها مشاهده شد. زمان کاربرد قندها در ۲۴ ساعت اول روی عمر گلجـای، درصد ماده خشک، وزن تـر و جـذب آب مـؤثرتر بـود. اگرچـه مقـدار رنگدانه‌های کلروفیل، کاروتنوئید و همچنین پـروتئین گلبـرگ در ۲۴ ساعت دوم بیشتر بود امـا از آنجـا کـه عمـر گلجـای صـفت مهـم و اقتصادی مورد اندازه‌گیری در مبحث فیزیولوژی پس از برداشت است، افزایش مقادیر فوق با توجه به عمر کوتاه گـل‌هـا در ۲۴ سـاعت دوم فاقد ارزش می‌باشد. هر چند که مقادیر صفات فوق در ۲۴ ساعت اول نیز قابل قبول بود. در کل مناسب‌ترین تیمار جهت بهبود خصوصـیات پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'یلو کندی' ۵۰ گـرم بر لیتر گلوکز و ترجیحاً در ۲۴ ساعت اول بود. گلوکز یک منوسـاکارید پایه، یک منبع آماده و ساده‌ترین شکل مورد استفاده بـرای سـلول‌هـا است. در گل‌های شاخه‌بریده، قند گلوکز نسبت بـه سـاکارز سـریع‌تـر منتقل می‌گـردد. اسـمولالیته کمتـر گلـوکز، حرکـت آن را بـه دلیـل نزدیک‌تر بودن به اسمولالیته گیاه، تسریع می‌کند.

منابع

1. Abdul Wasea, A.A. (2012). Effects of some preservative solutions on vase life and keeping quality of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) cut flowers. *Journal of the Saudi Society of Agricaltural Sciences* 11: 29–35. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2011.06.002.
2. Abri, F., Ghasemnezhad, M., Hasansajedi, R., & Bakhshi, D. (2013). Effect of ascorbic acid on vase life and petal senescence in cut rose flowers (*Rosa hybrida*) cv. 'Royal Class'. *American Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences 13*(1): 38–43. Corpus ID: 55654135.
3. Arora, A., & Singh, V.P. (2006). Polyols regulate the flower senescence by delaying programmed cell death in gladiolus. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology 15*(2): 139–142. https://doi.org/10.1007/BF03321918.
4. Borji, N., Hassanpour Asil, M., & Sabouri A. (2016). Effect of accel, sucrose and thyme oil on vase life and postharvest quality of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cut flower. *Iranian Journal of Horticultural Science 47*(1): 93–104. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/ijhs.2016.58215.
5. Callis, J. (1995). Regulation of protein degradation. *Plant Cell* 7: 845–857. https://doi.org/10.1105/tpc.7.7.845.
6. Chandrashekar, S.Y., & Gopinath, G. (2001). Influence of chemicals on the post-harvest quality of carnation cut-flowers. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 14: 731–735.
7. Chitra, K.P., & Pillai, K.S. (2002). Antioxidants in health. *Indian Journal Physiology Pharmacology 46*(1): 01–05. PMID: 12024946.
8. Chuang, Y.C., & Chang, Y.C. (2013). The role of soluble sugars in vase solutions during the vase life of *Eustoma grandiflorum*. *HortScience 48*(2): 222–226. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.2.222.
9. Dilley, D.R., & Carpenter, W.J. (1975). The role of chemical adjuvants and ethylene synthesis on cut flower longevity. *Acta Horticulturae* 41: 117–132. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1975.41.11.
10. Dung, C.D., Seaton, K., & Singh, Z. (2017). Influence of type and concentration of sugars, supplemented with 8 hydroxyquinoline sulphate, on the vase life of waxflower. *Folia Horticulturae 29*(1): 39–49. https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0005.
11. Elgimabi, M.N., & Ahmed, O.K. (2009). Effects of bactericide and sucrose pulsing on vase life of rose cut flowers (*Rosa hybrida* L.). *Botany Research International 2*(3): 164–168.
12. Ewa, S., Rabiza Wider, J., Wachowicz, M., & Ukaszewska, A.J. (2004). Senescence of cut leaves of *Zantedeschia aethiopica* and *Z. elliottana*. part 1. chlorophyll degradation. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 3*(2): 57–65. Corpus ID: 15731218.
13. Geng, X.M., Guo, Lu, J., Hu, F.R., & Okubu, H. (2009). Effect of cold storage and different pulsing treatment on postharvest quality of cut OT lilly "Mantissa" flowers. *Faculity of Agriculture, Kyushu University* 54: 41–45. https://doi.org/10.5109/14035.
14. Gerailoo, S., & Ghasemnezhad, M. (2011). Effect of salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petal senescence in 'Yellow Island' cut rose flowers. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 19*(1): 183–193. Corpus ID: 83073036.
15. Giannopolitis, C., & Ries, S. (1997). Superoxid desmutase. I: Occurence in higher plant. *Plant Physiology* 59: 309–314. https://doi.org/10.1104/pp.59.2.309.
16. Gibson, S.I., Laby, R.J., & Kim, D. (2002). The sugar-insensitive (Sis1) mutant of *Arabidopsis* is allelic to Ctr1. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 280: 196–203. https://doi.org/10.1006/bbrc.2000.4062.
17. Gowda, J.V.N. (1990). Effect of sucrose and aluminium sulphate on the postharvest life of tuberose double. *Current Research, University of Agriculture Science (Bangalore) 19*(1): 14–16. Corpus ID: 82489468.
18. Gupta, J., & Dubey, R.K. (2018). Factors affecting post-harvest life of flower crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7*(1): 548–557. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.701.065.
19. Halevy, A.H., & Mayak, S. (1981). Senescence and post-harvest physiology of cut flowers. Part 1. *Horticultural Reviews* 1: 204–236. https://doi.org/10.1002/9781118060742.ch5.
20. Heath, R.L., & Parker, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stiochiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125: 189–198 https://doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1.
21. Huang, K.L., Liao, L.J., Shen, R.S., Chen, W.S., & Lin, Y.H. (2002). The synergetic effect of maleic hydrazide (1.2-dihydro-3,6-pyridazinedione) and sucrose on vase life of cut roses. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 42: 637–641. https://doi.org/10.1071/EA01101.
22. Huang, R., Xia, R., Hu, L., Lu, Y., & Wang, M. (2007). Antioxidant activity and oxygen scavenging system in orange pulp during fruit ripening and maturation. *Science Horticultural* 113: 166–172. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.03.010.
23. Ichimura, K., & Hisamatsu, T. (1999). Effects of continuous treatment with sucrose on the vase life, soluble carbohydrate concentrations, and ethylene production of cut snapdragon flowers. *Journal of the Japanese Society*

for Horticultural Science 68: 61–66. https://doi.org/10.2503/jjshs.68.61.
24. Ichimura, K., Takada, M., & Ogawa, K. (2022). Effects of treatments with nigerosylmaltooligosaccharide, glucose and sucrose on the vase life of cut snapdragon flowers. *Scientia Horticulturae* 291: 110565. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110565.
25. In, B.C., Motomura, S., Inamoto, K., Doi, M., & Mori, G. (2007). Multivariente analysis of relation between preharvest environmental factors, postharvest morphological and physiological factors and vase life of cut "Asomi Red" roses. *Japanese Society for Horticultural Science* 76: 66–72. https://doi.org/10.2503/jjshs.76.66.
26. Jahanifar, E., Nazarideljou, M.J., & Aramideh, Sh. (2016). Water relations of flowering stem, microbial activity of preservative solution and postharvest quality of *Alstroemeria* cut flower under peppermint’s essential oil and sucrose treatments. *Journal of Crop Production and Processing 5*(8): 221–232. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.5.18.221.
27. Joz Ghasemi, S., Mortazavi, S.N., & Khodadadi, M. (2011). An investigation of the effect of 2,4-D sucrose, and $CaCl_2$ treatment on some qualitative, and quantitative traits of tuberose cut flower (*Polianthes tuberose*). *Iranian Journal of Horticultural Science 41*(2): 133–142. (In Persian with English abstract). DOR: 20.1001.1.2008482.1389.41.2.4.0.
28. Khalighi, A., & Shafie, M.R. (2000). Effect of chemical and temperature treatments and harvesting stages on cut flower longevity and some other characteristics of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *Iranian Journal of Agricultural Science 31*(1): 119–125. (In Persian with English abstract)
29. Knee, M. (2000). Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biology and Technology* 18: 227–34. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00074-5.
30. Kuiper, D., Ribot, S., Van Reenen, H.S., & Marissen, N. (1995). The effect of sucrose on the flower bud opening of made ion cut roses. *Science of Horticulture* 60: 325–336. https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)00706-L.
31. Lay-Yee, M., Stead, A.D., & Reid, M.S. (1992). Flower senescence in daylily (*Hemerocallis*). *Physiologia Plantarum* 86: 308–314. https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1992.860218.x.
32. Lerslerwonga, L., Ketsa, S., & van Doorn, W.G. (2009). Protein degradation and peptidase activity during petal senescence in *Dendrobium* cv. ‘Khao Sanan’. *Postharvest Biology and Technology* 52: 84–90. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.09.009.
33. Liao, L.J., Lin, Y.H., Huang, K.L., & Cheng, Y.M. (2000). Posthavest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 41: 299–303. https://doi.org/10.7016/BBAS.200010.0299.
34. Lukaszewska, A.J. (1995). Effect of the preservative solution on keeping qualities of the new "Diana" carnations. *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW, Horticulture* 17: 25–31. Corpus ID: 107247600.
35. Manzoor, A., Rahman, A., Qamar, M., & Ashraf, S. (2018). Evaluation of different preservative solutions and packaging material for improving postharvest quality of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) cut spikes. *World Journal of Biology and Biotechnology 3*(3): 215-222. https://doi.org/10.33865/wjb.003.03.0165.
36. Marousky, F.J. (1969). Vascular blockage, water absorption, stomatal opening, and respiration of cut ‘Better Times’ roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 94: 223–226.
37. Mayak, S., & Dilley, D.R. (1976). Effect of sucrose on response of cut carnation to kinetin, ethylene, and abscisic acid. *Journal of American Society of Horticultural Science* 101: 583–585.
38. Mazumdar, B.C., & Majumdar, K. (2003). Methods on physicochemical analysis of fruits. *www. Sundeepbooks.com*. 187 p.
39. Menguc, A., & Usta, E. (1993). Research on the effects of silver thiosulphate+sucrose pretreatment on the cold storage period and post storage vase life of cut flowers of carnation cv. Astor harvested at different maturities. *Acta Horticulturae* 368: 802–807. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.368.95.
40. Mohammadi, R., & Hashemabadi, D. (2016). Improvement postharvest longevity of alstroemeria (*Alstroemeria hybrida*) by sucrose, honey and citric acid. *Plant Ecophysiology* 204–218. (In Persian with English abstract). DOR: 20.1001.1.20085958.1396.9.29.19.1.
41. Mortazavi, S.N., Naderi, R., Khalighi, A., Babalar, M., & Allizadeh, H. (2007). The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in rose (*Rosa hybrida* cv. Illona). *Journal of Food, Agriculture and Environment 5*(3-4): 1459–0263.
42. Mortazavi, S.N., Rabi Angourani, H.V., & Khodadadi, M. (2011). Effect of sucrose and calcium chloride on the quality and longevity of cut flower of rose cv. Varlon. *Journal of Crop Improvement of Scion and Seed 26*(3): 359–363. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110413.
43. Naing, A.H., Win, N.M., Han, J.S., Lim, K.B., & Kim, C.K. (2017). Role of nano-silver and the bacterial strain *Enterobacter cloacae* in increasing vase life of cut carnation ‘Omea’. *Frontiers in Plant Science* 8: 1–12. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01590.
44. Nair, S.A., Singh, V., & Sharma, T.V. (2003). Effect of chemical preservatives on enhancing vaselife of *Gerbera* flowers. *Journal Tropical Agricultre* 41: 56–58.

45. O'Donoghue, E.M., Somerw Eld, S.D., Wat Son, L.M., Brummell, D.A., & Hunter, D.A. (2008). Galactose metabolism in cell walls of opening and senescing petunia petals. *Planta* 229: 709–721. https://doi.org/10.1007/s00425-008-0862-6.
46. Park, D.Y., Aung, H., Naing, T.N., Han, J.S., Kang, I.K., & Kim, C.K. (2017). Synergistic effect of nano-sliver with sucrose on extending vase life of the carnation cv. Edun. *Frontiers in Plant Science* 8: 1–10. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01601.
47. Pun, U.K., & Ichimura, K. (2003). Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. *Journal ARQ 37*(4): 219–224.
48. Pun, U.K., Shimizu, H., Tanase, K., & Ichimura, K. (2005). Effect of sucrose on ethylene biosynthesis in cut spray carnation flowers. *Proceeding of VIIIth IS Postharvest Physiology Ornamentals, Acta Horticulturae* 669: 171–174.
49. Ranwala, A.P., & Miller, W.B. (2000). Preventive mechanism of gibberellin4+7 and light on low temperature-induced leaf senescence in *Lilium* cv. Stargazer. *Postharvest Biology and Technology* 19: 85–92. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00072-7.
50. Reid, M.S. (2009). *The commercial storage of fruit, vegetables and florist and nursery stocks*. USDA Handbook 66. pp 36.
51. Sacalis, J.N., & Lee, J.S. (1987). Promotion of floral longevity by the ovary in carnation flowers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112: 118–121. https://doi.org/10.21273/JASHS.112.1.118.
52. Seven, V., & Jose, J.V.G. (2004). Sucrose loading decrease ethylene responsiveness in carnation (*Dianthsis caryaphynus* cv. White Sim) petals. *Postharvest Biology and Technology* 31: 305–312. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.010.
53. Shahsavar, A., & Azarakhsh, H. (2009). Interaction of sucrose and some chemical compounds on increasing the vase life of carnation (*Dianthus caryophyllus* L., cv. "Pink Castellaro") flowers. *Journal of Agricultural Science and Industries 6*(19): 41–50. (In Persian with English abstract)
54. Sindhu, S.S., & Pathania, N.S. (2003). Effect of pulsing, holding and low temperature storage on keeping quality on Asiatic lily hybrids. *Acta Horticulturae* 624: 389–394. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.624.54.
55. Sood, S., & Nagar, P.K. (2003). The effect of polyamine on leaf senescence in two diverse rose species. *Plant Growth Regulation* 39: 155–160. https://doi.org/10.1023/A:1022514712295.
56. Stigter, H. (1981). Effects of glucose with 8-hydroxyquinolinesulfate or aluminium sulfate on water balance of cut (Sonia) rose. *Zeitschrift Fur Pflanzen Physiology 101*(2): 95–105. https://doi.org/10.1016/S0044-328X(81)80044-X.
57. Tanazad, M., Sharifi-Sirchi, Gh.R., Mirzaalian-Dastjerdi, A.M., & Yousefzadi, M. (2016). Improvment of stability traits and enzyme activity in Diana carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cut flower in preservative solutions. *Plant Research Journal 29*(1): 43–53. (In Persian with English abstract). DOR: 20.1001.1.23832592.1395.29.1.4.6.
58. Vacca, R.A. (2004). Reactive oxygen species, alteration of sitosolic ascorbat peroxydase and impairment of mitochondrial metabolism are early events in heat shok induced programmed cell death in tobacco bright yellow 2 cells. *Plant Physiology* 134: 100–112. https://doi.org/10.1104/pp.103.035956.
59. Van der Meulen-Muisers, J., van Oeveren, J., Meijkamp, B., & Derks, F. (1995). Effect of floral bud reduction on individual flower longevity in Asiatic hybrid lilies. *Acta Horticulturae* 405: 46–57. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.405.5.
60. Van Doorn, W.G., Monic, A.S., & Tomassen, M. (2004). Daffodil flowers delay senescence in cut *Iris* flowers. *Phytochemistry* 65: 571–577. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2003.12.008.
61. Van Meetern, U., van Gelder, H., & van Leperen, W. (2000). Reconsideration of use of deionized water as vase water, in postharvest experiments of cut flowers. *Postharvest Biology and Technology* 16: 169–181. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00050-2.
62. Verlinden, S., & Garcia, J.J.V. (2004). Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. *Postharvest Biology and Technology* 31: 305–312. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.010.
63. Zadeh Bagheri, M., Namayandeh, A., Solati, M.R., & Javanmardi, Sh. (2011). Effect of pulse and continuous of chemical preservative solutions on increasing the quality and postharvest longevity of cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L., cv. "Yellow Candy") flower. *Journal of Agricultural Modern Science 6*(19): 41–50. (In Persian with English abstract)
64. Zhang, C., Liu, M., Fu, J., Wang, Y., & Dong, L. (2012). Exogenous sugars involvement in senescence and ethylene production of tree peony 'Luoyang Hong' cut flowers. *Horticultural Science and Technology 30*(6): 718–724. https://doi.org/10.7235/hort.2012.12089.